

# Análisis Bayesiano métrico y ordinal del enseñando a aprender a través del proyecto integrador de saberes

## Bayesian metric and ordinal analysis of teaching to learn through the knowledge integrating project

Paola Toapanta\_lab, Mercy Rosero\_2a, Mayra Cruz\_3a, Lucía Fonseca\_4a, Sara Céspedes\_5a  
a Carrera de Obstetricia, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Central del Ecuador  
b Facultad de Medicina de Ribeirão-Preto, Universidad de São Paulo  
ptopanta@uce.edu.ec, mdrosero@uce.edu.ec, micruz@uce.edu.ec,  
lmonseca@uce.edu.ec, scspedes@uce.edu.ec

EDUCACIÓN, DESARROLLO SOCIAL, HUMANIDADES Y COMUNICACIÓN

### I. Resumen

El proyecto integrador de saberes es parte de la enseñanza interdisciplinaria, cuyo objetivo es la formación integral donde el docente debe enseñar a aprender. Para evaluar al docente y su metodología, se aplican encuestas tipo Likert, sin embargo, su análisis por métodos estadísticos métricos puede llevar a errores en su interpretación. El objetivo fue conocer la percepción de estudiantes respecto al proyecto integrador de saberes, para la adquisición de aptitudes y habilidades del aprender a aprender, y comparar métodos Bayesianos. Estudio trasversal, mediante encuesta en escala Likert, a estudiantes que culminaron el primer nivel de instrucción; el análisis mediante modelos Bayesianos métricos y ordinales. Un porcentaje significativo de estudiantes indicó haber adquirido aptitudes y habilidades del aprender a aprender, y calificó como adecuada la organización del método de trabajo; al comparar resultados entre los métodos estudiados se encontraron errores tipo I y II en el modelo de análisis métrico. La percepción de los estudiantes respecto a la organización y elaboración del proyecto con la adquisición de aptitudes y habilidades del aprender a aprender mostró resultados positivos; se recomienda el uso de estadística Bayesiana con modelos ordinales para la adecuada interpretación de los resultados de cuestionarios en escalas Likert.

**Palabras clave:** integración de saberes, educación superior, aprendizaje significativo, estrategias de enseñanza, aprender a aprender.

### II. Abstract

The knowledge integrating project is part of interdisciplinary teaching, whose objective is integral training where the teacher must teach to learn. To evaluate the teacher and his methodology, Likert surveys are applied, however, his analysis by metric statistical methods can lead to errors in his interpretation. The objective was to know the perception of students regarding the knowledge integration project, for the acquisition of skills and abilities of learning to learn, and to compare Bayesian methods. Cross-sectional study, through a Likert scale survey, of students who completed the first level of instruction; the analysis using metric and ordinal Bayesian models. A significant percentage of students indicated that they had acquired aptitudes and skills of learning to learn and qualified the organization of the work method as appropriate; when comparing results between the studied methods, type I and II errors were found in the metric analysis model. The students' perception regarding the organization and elaboration of the project with the acquisition of aptitudes and skills of learning to learn showed positive results; the use of Bayesian statistics with ordinal models is recommended for the proper interpretation of the results of questionnaires on Likert scales.

**Keywords:** knowledge integration, higher education, meaningful learning, teaching strategies, learning to learn.

### III. Introducción

Las demandas actuales de la sociedad y la satisfacción de sus necesidades además de exigir pertinencia en los planes y programas de estudio en la educación superior requieren de la implementación de nuevas técnicas y metodologías, que promuevan la formación integral tanto en conocimientos, como actitudes y valores, en otras palabras el docente debe enseñar a aprender, mediante la integración interdisciplinaria y la investigación.(Chacón

Corzo et al., 2012),(Waldemiro, 2013),(Cruz Nuñez y Quiñones Urquijo, 2012)

El desarrollo de un proyecto de integración de saberes (PIS) se considera como una técnica de enseñanza que promueve la interdisciplinariedad, y que tiene como objetivo la generación de nuevas formas de comprender y aprender, a través del proceso de investigación grupal, guiado por el docente, donde se plantea la solución a un problema cuya necesidad es relevante para el bienestar individual y colectivo de la comunidad. Con ésta innovación, para adquirir conocimientos nuevos, el estudiante debe desarrollar actitudes y valores relacionados con el aprender a aprender, como: trabajar en equipo de manera organizada y con responsabilidad, participar activamente mediante el aporte de ideas, hacer observaciones al grupo, argumentar sus opiniones y escuchar las de los demás hasta llegar a un consenso, para finalmente elaborar informes con el producto de su investigación, utilizando adecuadamente tablas, gráficos, diagramas, etc., citando además correctamente las fuentes bibliográficas. (Cabana et al., 2013)(Parra, 2004) .

Para establecer en qué medida el proceso educativo de la institución, logra no solo la adquisición del conocimiento, sino también de actitudes y valores, se puede determinar la percepción del estudiante sobre su propio desempeño, dentro de las actividades de un programa; el proceso de autoevaluación se relaciona con la habilidad, para observar, analizar y juzgar su rendimiento centrado en lo que hace y cómo lo hace.(Cruz Nuñez y Quiñones Urquijo, 2012; Taras, 2015)

En el área de Ciencias de la Educación la escala tipo Likert es ampliamente utilizada para procesos de evaluación. (Matas, 2018) Sin embargo, actualmente se advierte que al no realizar adecuados análisis estadísticos de estas escalas, se puede cometer errores en la interpretación de los resultados.(Liddell y Kruschke, 2015)

El objetivo de este estudio es conocer la percepción de los estudiantes respecto a la organización y elaboración del proyecto integrador de saberes, frente a la adquisición de aptitudes y habilidades necesarias para el aprender a aprender, comparando los resultados de una encuesta en escala Likert, mediante métodos bayesianos métricos y ordinales.

### IV. Metodología

Se realizó un estudio trasversal. El universo fueron todos los estudiantes que finalizaron las actividades del PIS en el periodo académico septiembre 2018 - febrero 2019, en el primer semestre de la Carrera. Se construyó y validó el instrumento denominado: Percepción del desempeño del estudiante de PIS-I, la validación del contenido se realizó mediante el juicio de tres expertos en el área educativa universitaria, mientras que la validación de la consistencia interna a través de la aplicación del alfa de Cronbach, y la validación del constructo por medio de análisis factorial.

Luego de la aplicación de la encuesta y elaboración de la base de datos, se procedió al análisis con el uso del programa R v.3.3.5 (2018), para Mac, para lo cual se tomó en cuenta que al utilizar modelos métricos para las escalas Likert, se supone que existe la misma distancia entre las opciones de respuesta, lo cual constituye un error, por esta razón es necesario aplicar modelos ordinales (probit ordenado). Dentro de este contexto, es importante anotar que en la estadística contemporánea están ganando espacio los robustos análisis Bayesianos, que se caracterizan por adaptarse mejor a los datos, tener poca influencia del tamaño de la muestra sobre los resultados, no requerir de supuestos de normalidad u homocedasticidad y contrastar más de una hipótesis a la vez. Para generar el modelo Bayesiano se aplican simulaciones de Monte Carlo, usando Cadenas de Markov (MCMC), que generan una numerosa muestra de valores de las estimativas creíbles para cada grupo de respuestas (para más información del modelo Bayesiano consultar a los autores Kruschke, Achar y cols) (Kruschke, 2015; Achar et al., 2019).

Por tanto, en este estudio se aplicó un modelo probit ordenado dentro de un análisis estadístico Bayesiano. Para cada modelo se corrió 25500 interacciones, de las cuales 500 pasos fueron de adaptación, 1000 se quemaron y se salvó 24000 pasos. La convergencia de las cadenas se comprobó mediante la prueba de Heidelberger y Welch. Para interpretar los resultados, se consideró el Intervalo de Densidad de Probabilidad más alta (HDI), que corresponde al rango de resultados, donde se incluye el 95% de los valores más creíbles, equivalente al frecuentista intervalo de confianza al 95% (IC: 95%).

Consideraciones éticas: Se obtuvo la aprobación del Consejo de Carrera, todos los participantes tuvieron conocimiento de la finalidad de la investigación y colaboraron con libertad y en anonimato.

### V. Resultados y discusión

El número de estudiantes encuestados fue de 74. En la tabla I, se evidencia en porcentajes, el criterio de los estudiantes respecto a la percepción de su desempeño y participación a lo largo del desarrollo del PIS, así como del método y la organización del trabajo, cuyos resultados fueron muy positivos.



**Tabla 1.**

Resultados de la autoevaluación de la participación del estudiante de PIS-I

|  | Casi nunca | Algunas veces | Casi siempre | Siempre |
|--|------------|---------------|--------------|---------|
| 1. He participado activamente, aportando ideas y haciendo observaciones al grupo                                       | 0%         | 0%            | 10,23%       | 89,77%  |
| 2. En momentos de desacuerdo, he argumentado mis opiniones y he escuchado las de los demás hasta llegar a un consenso. | 0%         | 2,27%         | 11,36%       | 86,36%  |
| 3. He hecho mi parte del trabajo con responsabilidad.  | 0%         | 0%            | 1,14%        | 98,86%  |
| 4. He utilizado tablas, gráficos, diagramas, adecuados.  | 0%         | 0%            | 14,77%       | 85,23%  |
| 5. He citado correctamente las fuentes bibliográficas que he utilizado.  | 0%         | 1,14%         | 5,68%        | 93,18%  |
| 6. He adquirido conocimientos nuevos relacionados con el tema  | 0%         | 0%            | 4,55%        | 95,45%  |
| 7. Me ha resultado estimulante este método de trabajo.   | 0%         | 2,27%         | 14,77%       | 82,95%  |
| 8. Pienso que el conjunto de las tareas ha estado bien organizado.   | 0%         | 1,14%         | 6,82%        | 92,05%  |

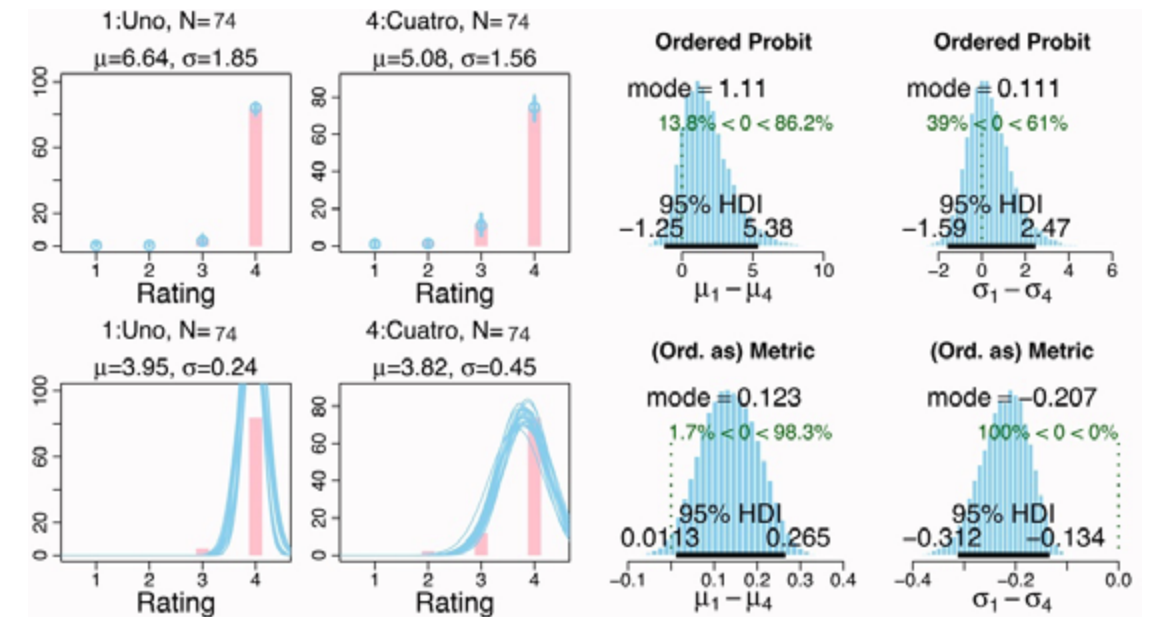
La tabla 2 muestra los resultados del análisis Bayesiano mediante modelos probit ordenados.

**Tabla 2.**

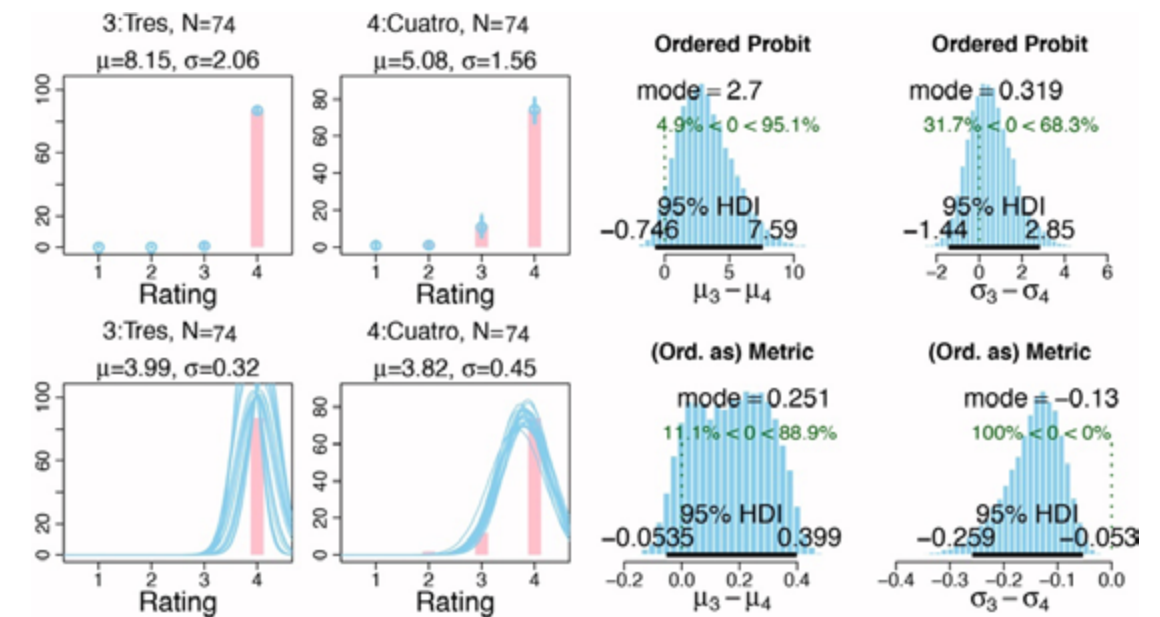
Análisis Bayesiano mediante modelos probit ordenado

|          | Media | Mediana | Moda | HDI 95%    |
|----------|-------|---------|------|------------|
| mu[1]    | 6,9   | 6,6     | 6,3  | (10,1;6,9) |
| mu[2]    | 5,2   | 5,1     | 4,8  | (7,1;5,2)  |
| mu[3]    | 8,3   | 8,1     | 8,2  | (12,4;8,3) |
| mu[4]    | 5,1   | 5,1     | 4,8  | (6,3;5,1)  |
| mu[5]    | 6,6   | 6,5     | 6,4  | (7,8;6,6)  |
| mu[6]    | 6,8   | 6,6     | 6,3  | (9,5;6,8)  |
| mu[7]    | 6,5   | 6,3     | 5,8  | (8,9;6,5)  |
| mu[8]    | 6,8   | 6,6     | 6,7  | (8,2;6,8)  |
| sigma[1] | 1,9   | 1,8     | 1,6  | (3,8;1,9)  |
| sigma[2] | 1,3   | 1,2     | 1,1  | (2,6;1,3)  |
| sigma[3] | 2,1   | 2,1     | 1,8  | (4,1;2,1)  |
| sigma[4] | 1,6   | 1,5     | 1,4  | (2,6;1,6)  |
| sigma[5] | 1,1   | 1,1     | 0,8  | (2;1,1)    |
| sigma[6] | 2,2   | 2,1     | 1,7  | (4,1;2,2)  |
| sigma[7] | 2,1   | 1,9     | 1,7  | (3,7;2,1)  |
| sigma[8] | 1,5   | 1,4     | 1,3  | (2,4;1,5)  |

En el análisis comparativo entre los modelos métrico y ordinal dentro de todos los contrastes, se encontró un error tipo I entre las preguntas 1 y 4 (Figura 1), y un error tipo II entre las preguntas 3 y 4 (Figura 2)



**Figura 1.** Contraste pregunta 1-4



**Figura 2.** Contraste pregunta 3-4

En cada gráfico dentro de los recuadros se aprecia las simulaciones mediante MCMC, para el modelo ordinal y métrico, con los valores  $\mu$  y  $\sigma$ . En histogramas se observa el valor de la moda para  $\mu$  y  $\sigma$ .

La percepción del desempeño de los estudiantes, respecto a su participación en el desarrollo del PIS mostró resultados muy positivos. En este contexto, técnicas de aprendizaje grupal como la elaboración del PIS, pueden lograr capacidades en los ámbitos social, intelectual y moral (Estupiñán et al., 2016); por otro lado, la autoevaluación en la educación universitaria ha ido ganando espacio dentro del denominado aprendizaje autónomo y el aprender a aprender, ya que permite al estudiante ser responsable de su propio aprendizaje, incorporando valores como la lógica y ética, puesto que moralmente está obligado a realizar una ponderación de su propio desempeño y establecer que tan pobre o grande fue su contribución tomando conciencia de sus capacidades y limitaciones. (Anón, 2007)(Bordas y Cabrera, 2001)(Vidal et al., 2014)

Respecto al 89,77% de estudiantes que indicaron que siempre participaron activamente, aportaron ideas e hicieron observaciones al grupo; así como el 86,36% que siempre argumentaron sus opiniones y escucharon a los demás en momentos de desacuerdo para llegar a un consenso, la interacción pone de manifiesto la influencia recíproca entre los estudiantes, a través de la creación de relaciones interpersonales, por medio de la mejoría individual de



habilidades para un trabajo cooperativo, la exposición de ideas propias, la recepción del criterio de los demás, y la capacidad reflexiva, al mismo tiempo estimula la convivencia y organización con respeto de la autonomía. (Estupiñan et al., 2016)(Bordas y Cabrera, 2001)

El 98,86% de estudiantes consideraron siempre el haber hecho su parte del trabajo con responsabilidad, y justamente el principal objetivo de las técnicas innovadoras en la educación superior es el enseñar a aprender por medio de la promoción del desarrollo personal del estudiante, incentivando la confianza y optimismo para conseguir el propósito planteado.(Garcia, 2009)

En referencia al 85,23% de estudiantes que indicaron haber utilizado tablas, gráficos, diagramas, de forma adecuada; puesto que el uso de estas herramientas es indispensable en la realización de trabajos de investigación especialmente los académicos y en éste caso el PIS; ya que permiten representar visualmente los contenidos para su mejor comprensión en la construcción del conocimiento, se debe estimular su utilización en futuros proyectos. (Feria, 2000)(Viteri y Loayza, 2015)

Debido a que todo saber se apoya en otros saberes, un buen trabajo científico es aquel que se encuentra apropiadamente documentado y que además promueve la honestidad intelectual, por tanto, es preciso que cada docente solicite a sus alumnos incluir todas las referencias bibliográficas que se han utilizado para su realización. (Pérez, 2010) Al respecto, el 93,18% de estudiantes consideraron que siempre citaron correctamente las fuentes bibliográficas que utilizaron en la elaboración del PIS.

Un 95,45% de estudiantes indicaron siempre haber adquirido conocimientos nuevos mientras desarrollaron el PIS; confirmando el criterio de que los conocimientos del docente no se transfieren a la mente de los alumnos con la simple explicación en una clase magistral; el estudiante a través del PIS aprende cuando hace propios a los conocimientos, los integra, los experimenta y cataloga como relevantes tanto para la vida personal como la profesional y los utiliza para identificar y resolver problemas. Con el método de enseñanza PIS, las competencias adquiridas corresponden a los denominados resultados de aprendizaje, que acordes a los parámetros establecidos en la actualidad, están encaminados a la adquisición de competencias instrumentales como la capacidad de comprender y elaborar ideas y pensamientos, tomar decisiones y resolver problemas, y manejar las TIC, también competencias interpersonales como la crítica y autocrítica, el trabajo cooperativo en equipo, y competencias sistémicas como planificar cambios para mejorar e innovar. (Garcia, 2009)

La técnica de PIS por la naturaleza de sus tareas y las condiciones en las que se desarrolla estimula el espíritu investigativo y la creatividad en el autoaprendizaje, por otro lado, se ha establecido que el trabajo en grupo produce mayor satisfacción en cuanto a la motivación de los estudiantes, en este estudio el 82.95% de estudiantes refirió que siempre le resultó estimulante este método de trabajo.(Polanco, 2005)

La planificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje es considerada como pilar fundamental, para orientar la construcción del conocimiento, y constituye una tarea compleja.(Lorda et al., 2013) Un 92,05% de estudiantes respondieron pensar que siempre el conjunto de tareas en la elaboración del PIS estuvo bien organizado.

Finalmente, la escala tipo Likert, es una de las herramientas más utilizada en la evaluación tanto del docente, como de las metodologías; sin embargo, se describen errores tipo I y II cuando son analizados con modelos métricos. En este estudio, en una encuesta sencilla de 8 preguntas, se encontró los dos tipos de error; por tanto es muy recomendable el uso de modelos probit, conjuntamente con estadística Bayesiana para la obtención de resultados de probabilidad más certeros.(Kruschke, 2015)(Liddell y Kruschke, 2015)

## VI. Conclusiones

La percepción de los estudiantes respecto a la organización y elaboración del proyecto integrador de saberes, frente a la adquisición de aptitudes y habilidades necesarias para el aprender a aprender, muestra resultados positivos.

El uso de estadística Bayesiana combinada con modelos ordinales permite una adecuada interpretación de los resultados de cuestionarios en escalas Likert, ya que los modelos métricos pueden llevarnos a cometer errores tipo I y II.

La principal limitación fue la falta de experiencia en evaluación de la metodología docente.

## VII. Referencias bibliográficas

Achar, J. A., E. A. Coelho Barros, R. Molina de Souza, y E. Z. Martinez. 2019. Uma introdução aos métodos bayesianos aplicados à análise de dados. Cia do eBo. Equipe Cia do eBook [ed.], EDITORA CIA DO EBOOK, Timburi/SP.

Anón. 2007. La evaluación de los estudiantes en la Educación Superior.

Bordas, M., y F. Cabrera. 2001. Estrategias de Evaluación de los Aprendizajes centradas en el Proceso. Revista Española de Pedagogía 218: 25-48.

Cabana, M. F., M. Leoz, y M. Santamaría. 2013. Proyectos interdisciplinarios para propuestas educativas innovadoras. Universidad Nacional de la Plata: 1-10.

Chacón Corzo, M. A., C. T. Chacón, y Y. A. Alcedo. 2012. Los proyectos de aprendizaje interdisciplinarios en la formación docente. Revista Mexicana de Investigación Educativa 17: 887-902.

Cruz Nuñez, F., y A. Quiñones Urquijo. 2012. Importancia de la evaluación y autoevaluación en el rendimiento académico. Zona Próxima 16.

Estupiñan, J., D. Carpio, J. Verdesoto, y V. Romero. 2016. Participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior del Ecuador. Revista Megazine de las Ciencias 1: 35-50.

Feria, M. 2000. Consejos para la confección de gráficos científicos. Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Steve: 45-56.

Garcia, E. 2009. Aprendizaje y construcción del conocimiento. Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad, 21-44.

Kruschke, J. K. 2015. John Kruschke - Doing Bayesian Data Analysis\_ A Tutorial with R, JAGS, and Stan. Segunda. Kindle [ed.], Elsevier Science, Oxford OX5.

Liddell, T. M., y J. K. Kruschke. 2015. Analyzing Ordinal Data: Support for a Bayesian Approach. SSRN Electronic Journal.

Lorda, M., M. Prieto, y M. Kraser. 2013. La organización de la tarea didáctica: La planificación.Geograficando. Memoria Académica 9.

Matas, A. 2018. Diseño del formato de escalas tipo Likert : un estado de la cuestión. Revista Electrónica de Investigación Educativa 20: 38-47.

Parra, C. 2004. Apuntes sobre la investigación formativa. Educación y Educadores 7: 57-77.

Pérez, A. 2010. Empleo de citas y referencias bibliográficas en trabajos científicos. Documentación de las Ciencias de la Información 33: 185–193.

Polanco, A. 2005. La motivación en los estudiantes universitarios. Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación” 5: 1-13.

Taras, M. 2015. Autoevaluación del estudiante : ¿ Qué hemos aprendido y cuáles son los desafíos ? RELIEVE 21: 1-16.

Vidal, L., A. Noda, E. Báez, J. Fernández, O. Montell, y E. Rodríguez. 2014. La autoevaluación y la coevaluación. Experiencia con estudiantes de 4to año de la carrera de Medicina, en la asignatura Pediatría. Revista Médica Electrónica 36: 304-312.

Viteri, F., y G. Loayza. 2015. El uso de organizadores graficos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo.

Waldemiro, V. 2013. Integración de saberes y formación integral en los estudios generales del siglo XXI.

## De la investigación tradicional a la investigación compleja

## From traditional investigation to complex investigation

Ana López Ulloa\_1 a, Fabián López Ulloa\_2 a

a Facultad de Diseño y Arquitectura/Universidad Técnica de Ambato/Ecuador

ana.lopez@uta.edu.ec, fs.lopez@uta.edu.ec

EDUCACIÓN, DESARROLLO SOCIAL, HUMANIDADES, Y COMUNICACIÓN

